Ueber quantitativen Blutnachweis.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe

einer

Hohen medizinischen Fakultät

der Universität zu Leipzig

ACAD. LIBRAT. BERL.

vorgelegt von

Wilhelm Schwahn,
approb. Arzt aus **Wiesbaden.**
Oberarzt beim Infanterie-Regiment Hessen-Homburg Nr. 166 kommandiert
zur Wilhelms-Heilanstalt in Wiesbaden.

Leipzig.
Druck von Bruno Georgi
1909.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
zu Leipzig. 5. Januar 1909.

Referent: Herr Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Marchand.

Meinen Eltern.

Nachdem schon im Jahre 1882 Professor Strack sich veranlaßt gesehen hatte, zu der Frage, ob die Juden — wenn auch nicht alle — zu rituellen Zwecken Christenblut gebrauchten, in verneinendem Sinne Stellung zu nehmen, führten ihn die immer wieder in den Zeitungen auftretenden Verdächtigungen der Juden zu noch weitergehender Beschäftigung mit diesen Fragen. Durch den im Jahre 1889 spielenden Fall Bernstein, bei dem sich auch die Haltlosigkeit der über rituellen Blutgebrauch entstandenen Gerüchte erwies, und den auf Corfu verübten Mädchenmord sah sich Strack zur Veröffentlichung der Ergebnisse seiner Forschungen über Blutritus genötigt. Er kam zu dem Ergebnis, daß die Annahme eines Blutritus bei den Juden durchaus unbegründet sei, während der Blutaberglaube von jeher außerordentlich verbreitet gewesen und noch vorhanden sei und zu schweren Verbrechen geführt habe. Es zeigte sich dabei, daß der Aberglaube weit mehr bei christlichen Völkern vertreten war und die Juden vielfach erst sekundär den Blutaberglauben angenommen hatten, so daß von einem spezifisch jüdischen Charakter desselben nicht die Rede sein kann.

Um so lebhafter muß es beklagt werden, daß gelegentlich des Polnaer Mordprozesses 1899 durch das Gutachten der medizinischen Sachverständigen die alte Blutbeschuldigung der

Juden wieder angefacht wurde. In der Nähe von Polna in Böhmen wurde eine weibliche Leiche mit durchschnittenem Halse aufgefunden. Das Gutachten der medizinischen Sachverständigen ging nun dahin, daß das außerhalb der Leiche vorgefundene Blut nicht der Menge entsprechen könne, die im Körper gewesen sei. Dieser Ausspruch führte zu der Behauptung, das fehlende Blut sei aufgefangen und zu rituellen Zwecken verwandt worden. Hier wie bei dem Mordprozesse in Xanten, bei dem ein mit durchschnittenem Halse aufgefundener Knabe Gegenstand der Verhandlungen war, galt es für die medizinischen Sachverständigen, das außerhalb der Leiche gefundene Blut quantitativ abzuschätzen und daraus Schlüsse auf die Todesart bezw. den Tatort zu ziehen. In beiden Fällen erfolgte die Schätzung auf Grund des von der vorgefundenen Blutmenge subjektiv gewonnenen Eindruckes der medizinischen Sachverständigen. Bei dem Polnaer Mordprozeß nun erklärten die Aerzte — wohl nicht ohne vorgefaßte Meinung — daß das vorgefundene Blut an Menge nicht dem im Körper vorhanden gewesenen entsprechen könne, es müsse vielmehr größtenteils zu bestimmten Zwecken verwandt worden sein. Diese bestimmt gemachten Aussagen waren nur allzusehr geeignet, den alten Wahnglauben des Volkes an Ritualmord zu stärken. Die Tragweite des Urteils seitens der medizinischen Sachverständigen liegt auf der Hand. Ebenso ersichtlich ist aber auch, wie unzulänglich die Grundlagen waren, auf denen sich das Urteil aufbaute. Statt exakter objektiver Untersuchung gab lediglich vage Schätzung nach dem subjektiv gewonnenen Eindruck die Grundlage zu einem bestimmten ärztlichen Gutachten.

Es ist nun das Verdienst Straßmanns und Ziemkes, anläßlich des Polnaer Prozesses auf die Haltlosigkeit derartiger ärztlicher Begutachtungen aufmerksam gemacht und daran an-

schließend eine Reihe von Methoden angegeben zu haben, die ein objektives Urteil über die Menge von außerhalb des Körpers gefundenem Blut gestatten.

Mit Recht machen die beiden Autoren darauf aufmerksam, von wie großer Wichtigkeit eine exakte quantitative Blutbestimmung sein kann bei der Frage, ob der Ort, an dem eine Leiche aufgefunden wird, der Tatort ist, oder ob sie erst dorthin geschleppt worden ist nach Begehung der Tat. Bei einem Fall, in dem ein des Kindesmordes angeklagtes Mädchen auf durchbluteter Unterlage aufgefunden und die Frage aufgeworfen wurde, ob sie dort niedergekommen sei, hätte eine quantitative Blutbestimmung möglicherweise Aufschluß geben können. Die praktische Bedeutung einer exakten quantitativen Blutbestimmung liegt also auf der Hand.

Die von Straßmann und Ziemke angestellten Versuche erstrecken sich nur auf blutgetränkte Leinewand. Untersuchungen an anderem Material wurden später von Professor Schulz, ehemaligem Assistenten von Straßmann, ausgeführt.

Zur Anwendung kamen drei Untersuchungsmethoden.

Das Prinzip der 1. Methode beruhte auf Auslaugung des blutgetränkten Stoffes mit destilliertem Wasser und Bestimmung der in der Extraktionsflüssigkeit enthaltenen Hämoglobinmenge mit Hilfe des Gowerschen Hämoglobinometers. Aus dem gefundenen Hämoglobingehalt und der Menge des zum Auslaugen verwandten Wassers ließ sich dann die ursprüngliche Blutmenge berechnen. Da diese Methode auf dem Vorhandensein des Blutfarbstoffs, des Hämoglobins, basierte, so konnten nur so lange brauchbare Resultate erwartet werden, als sich das Oxyhämoglobin unverändert vorfand. In der Tat ergab die Untersuchung innerhalb der 1. Woche, solange ein reines Oxyhämoglobinspektrum vorhanden war, außerordentlich günstige Resultate; noch befriedigendere Resultate wurden bei Verwen-

dung von kaltgesättigter Boraxlösung als Extraktionsmittel erzielt. Die gefundene Blutmenge wich nur unwesentlich von der ursprünglichen ab. Unbrauchbar waren die Resultate bei Material, das älter als 8 Tage war und bei dem sich bereits eine Umwandlung des Oxyhämoglobins in Methämoglobin vollzogen hatte, weil sich die Extraktionsflüssigkeit infolge ihrer Farbe nicht mit der Testlösung vergleichen ließ. Verhältnismäßig günstige Ergebnisse ließen sich mit Hilfe der Methode auch bei älteren Proben — bis zu mehreren Monaten — noch erzielen, wenn statt des destillierten Wassers kaltgesättigte Boraxlösung verwandt wurde. Man erhielt dann immer noch bis zu etwa 70% der ursprünglichen Blutmenge.

Bei der 2. Methode wurde die Bestimmung der Trockensubstanz zu Grunde gelegt. Es wurden bestimmte Bezirke des blutgetränkten Gewebes herausgeschnitten, ihre Trockensubstanz bestimmt und mit der Trockensubstanz gleichgroßer Bezirke aus blutfreiem Gewebe verglichen. Die Differenz mußte dann der Trockensubstanz des in den herausgeschnittenen Stücken enthaltenen Blutes entsprechen, sofern außer dem Blut keine anderen Stoffe in der Leinwand enthalten waren, die das Gewicht der Trockensubstanz hätten erhöhen können. Das Verhältnis der festen Blutbestandteile zu den flüssigen ist aus den von Bunge aufgestellten Analysen ersichtlich; es beträgt z. B. bei Schweineblut 206 : 1000. Eine einfache Berechnung führte dann zu der gesuchten Blutmenge.

Diese Methode bewährte sich als sehr zuverlässig und ergab noch nach Monaten sehr brauchbare Resultate. Die Abweichungen betrugen höchstens 20%.

Ein weiteres Verfahren bestand in der Wägung des getrockneten Stoffes vor und nach der Auswaschung des darin enthaltenen Blutes, Doch waren die Ergebnisse weniger günstig als bei dem vorigen Verfahren.

Die Resultate der an Leinewand angestellten Versuche konnten somit als durchaus zufriedenstellend bezeichnet werden. Von großem Interesse mußte es nun sein festzustellen, wie die Ergebnisse bei anderem Material ausfallen würden. Schulz dehnte die Versuche mit der kolorimetrischen Methode auf Sand, Erde und Sägespäne aus. Zum Auslaugen wurde destilliertes Wasser benutzt. Schulz fand bei Sand, daß die gefundene Blutmenge bei Proben bis zu 8 Tagen nur bis zu 10% hinter der wirklichen Blutmenge zurückblieb. Bei Gartenerde und Sägespänen war das Ergebnis noch günstiger. Nach 2 Wochen fand sich bei Sand noch etwa dasselbe Resultat; bei Gartenerde differierte jedoch die gefundene Blutmenge schon um etwa 20%, bei Sägespänen gar um etwa 40%. Das Browningsche Spektroskop zeigte ein Methämoglobinspektrum.

Weitere Untersuchungen an blutgetränktem Material machte Schulz mit Hilfe des Brozeitschen Verfahrens, das auf dem Nachweis der Menge des in dem Objekt enthaltenen Blutfarbstoffes beruht. Die Methode basiert auf der Tatsache, daß, wenn angesäuerte Blutflüssigkeit mit Aether geschüttelt wird, der Blutfarbstoff in Gestalt von Hämatin von Aether aufgenommen wird. Die außer dem Hämatin vom Aether aufgenommenen Stoffe wie z. B. Fette, werden dadurch gesondert, daß man Aether noch mit Ammoniakwasser schüttelt. Dabei tritt das Hämatin an das alkalische Ammoniakwasser, so daß man es beim Eindampfen durch Verflüchtigung des Ammoniakwassers in fester wägbarer Form erhält. Die angegebene Methode wandte Schulz mit der Modifikation an, daß er statt destillierten Wassers als Extraktionsmittel einprozentige Kalilauge nahm, da das sich mit der Zeit bildende Hämatin in Wasser unlöslich ist, während einprozentige Kalilauge noch nach langer Zeit — 1 3/4 Jahren — den Blutfarbstoff vollständig auszog.

Die genauere Ausführung war folgendermaßen: Ein abgemessener Teil der Extraktionsflüssigkeit wurde in einen Scheidetrichter gegossen, mit Salzsäure angesäuert und der doppelten Menge von Aether gut durchgeschüttelt. Nach Klärung der Flüssigkeit wurde die untenstehende Extraktionsflüssigkeit abgelassen und der Aether, der den Farbstoff enthielt, durch ein Filter (Fließpapier) in einen zweiten Scheidetrichter getan. Hier wurde durch Zusatz von Ammoniakwasser der Blutfarbstoff an diese Flüssigkeit gebunden und das Ammoniakwasser dann verdampft, so daß das Hämatin als wägbarer, fester Bestandteil zurückblieb.

Bei Ausführung dieses Versuches zeigte es sich, daß die Extraktionsflüssigkeit sechs bis acht Mal mit Aether ausgeschüttelt werden mußte, um allen Blutfarbstoff zu gewinnen. Der Neigung der Extraktionsflüssigkeit, mit Aether eine Emulsion zu bilden, wurde durch Zusatz einiger Tropfen Alkohol erfolgreich begegnet.

Bei Berechnung des Blutes aus der gefundenen Hämatinmenge fand sich, daß der vorhandene Wert von Hämoglobin um ca. 21,2 Prozent hinter dem wahren Wert des Hämoglobingehaltes vom Blut zurückblieb. Es war also nicht der ganze Blutfarbstoff durch Aether aus der Extraktionsflüssigkeit gelaugt. Neben dieser Fehlerquelle mußte aber auch damit gerechnet werden, daß der gefundene Rückstand nicht nur aus Hämatin, sondern auch aus Substanzen bestand, die sich ebenfalls in Aether oder Ammoniak lösten und für Filter durchgängig waren, — konnten sich doch in dem benutzten Material neben der Salzsäure auch salpetrige Säure, Salpetersäure und Schwefelsäure finden. Dazu bewirkte das Auslaugen mit der Kalilauge regelmäßig bei blutfreiem Material einen deutlichen Rückstand, der auch in Rechnung zu ziehen war und wesentlich zur Ungenauigkeit des Resultates beitrug. Zur Hebung

der Schwierigkeiten bestimmte Schulz den Rückstand von bluthaltigem und blutfreiem in Zusammensetzung und Menge gleichartigem Material und erhielt auf diese Weise günstige Resultate.

Demnach empfiehlt sich die Methode nur dann, wenn man zwecks Vergleichung der Rückstände gleiches blutfreies Material neben dem Untersuchungsobjekt zur Verfügung hat. Bei faulendem Blute würde die Bildung organischer Säuren, die sich in Aether und Ammoniak lösen und für Filter durchgängig sind, ein gänzlich unzuverlässiges Untersuchungsergebnis zeitigen.

Ein sehr interessantes und zugleich dankbares Verfahren ist von Schulz angegeben worden. Es knüpft an den von Uhlenhuth und Wassermann angegebenen biologischen Blutnachweis an.

Dieser beruht auf der Beobachtung, daß sich in dem Blut von Tieren — z. B. Kaninchen —, die mit Einspritzungen von Blut- bezw. Serumarten anderer Tiere behandelt worden sind, Antikörper bilden, die, mit letzterem zusammengebracht, eine Präzipitation hervorrufen, während fremde Blut- bezw. Serumarten nicht getrübt werden. Um ein Serum, das solche Antikörper enthalten sollte, zu gewinnen, spritzte man Kaninchen alle 2—3 Tage 10 ccm einer bestimmten (z. B. menschlichen) Blut- bezw. Serumart intraperitoneal ein, bis etwa 8 Spritzen gegeben waren. Da die Formelemente des Blutes auf die Präzipitine keinen Einfluß haben, so genügt Serum allein. Nach Beendigung der Vorbehandlung entnahm man den Tieren Blut aus einer Carotis und gewann durch Absitzenlassen im Eisschrank oder evtl. Zentrifugieren das wirksame Serum, das eine gelbe klare Flüssigkeit darstellen soll. Zur Gewinnung von klaren Lösungen alter Blutspuren, die am besten mit physiologischer Kochsalzlösung her-

gestellt werden, ist evtl. ein Berkefeld-Filter oder Fließpapier erforderlich.

Schulz hatte nun die Beobachtung gemacht, daß sich in der Intensität der Trübungen, bei Verdünnungen mit 0,1 prozentiger Sodalösung oder 0,6 prozentiger Kochsalzlösung und in dem zeitlichen Ablauf derselben ein ganz gesetzmäßiges Verhalten zeigte.

Er schreibt: „Die Intensität der spezifischen Trübungen fiel nach dem jeweiligen Grade der Blutverdünnung aus, war diesem genau angepaßt. Es lag in diesem Parallelismus ein gesetzmäßiges Verhalten. Die zweite in Betracht kommende Eigenschaft ist die, daß der zeitliche Ablauf der Trübungen ebenfalls nach bestimmten Gesetzen sich vollzieht. Legt man eine beliebige Anzahl Verdünnungsreihen von Blut- bezw. Serum an und setzt man zu den einzelnen Verdünnungen überall dieselbe Menge eines und desselben gleichnamigen Aktivserums, so läßt sich nämlich folgendes beobachten. So lange neue Trübungen zu denjenigen, die bei Zusatz des Aktivserums sofort sich bilden, noch hinzutreten, fällt ihre Entstehung in den verschiedenen Reihen bei den Verdünnungen von gleicher Konzentration zeitlich, d. h. vom Moment des Aktivserumzusatzes an gerechnet, stets zusammen". Dieses unbedingt zuverlässige typische Verhalten der biologischen Reaktion legte Schulz seiner Methode zu Grunde. Zur Ausführung des Versuches muß die Wertigkeit des Aktivserums, die auf Blut bezogen ist, genau bekannt sein und evtl. in jedem Falle wieder neu bestimmt werden; ebenso die Menge der zum Auslaugen verwandten Flüssigkeit. Man war dann in den Stand gesetzt, unter einer Reihe von Blutverdünnungen, die nach bestimmter Progression angelegt wurden, die Konzentration einer bestimmten Verdünnung herauszufinden.

Schulz führt zur Erläuterung ein Beispiel an: „Nehmen wir an, ein Aktivserum trübt bei 10 prozentigem Zusatz zu gleichnamigem Blute dieses innerhalb 30 Minuten bis zur Verdünnung 1:10000. Es sei also diese Verdünnung die letzte, die bei der 30. Minute nach dem Zusatz sich getrübt hat. Alsdann hat diejenige unter den unbekannten Blutverdünnungen, die sich bei gleich großem Zusatz desselben Aktivserums bei der 30. Minute ebenfalls getrübt hat, auch die Konzentration 1:10000. Der stereotype Ablauf der biologischen Reaktion bürgt uns dafür. In dieser Ermittelung der Konzentration einer bestimmten Verdünnung in einer Reihe der Konzentration nach unbekannten Verdünnungen liegt der Schwerpunkt der Methode. Um Blut quantitativ zu bestimmen, ist es nur nötig, daß die zu seiner Auslaugung verwandte Flüssigkeit der Menge nach bekannt ist. Es werden nach erfolgter Auslaugung Verdünnungen in bestimmter Progression angelegt und in dieser Reihe wird dann die Konzentration einer Verdünnung ermittelt. Das weitere findet sich durch Rechnung.“ Diese wurde folgendermaßen ausgeführt: Wenn man das in der Extraktionsflüssigkeit enthaltene gelöste Blut, dessen Menge bestimmt werden sollte, mit x und die Kochsalzlösung mit k bezeichnete, so verhielten sich die beiden Bestandteile wie x:k. Mischte man eine abgemessene Menge der Extraktionsflüssigkeit z. B. 10 ccm mit ebenso viel 0,6 prozentiger Kochsalzlösung, so verhielt sich in dieser Lösung das Blut zur Kochsalzlösung wie x:2k. Legte man von diesem Gemisch wiederum eine Verdünnung von gleichen Teilen der Lösung und Kochsalzlösung an, so mußte sich in dieser Verdünnung das Blut zur Kochsalzlösung wie x:4k verhalten. Dieses Verfahren könnte man nach Belieben fortsetzen. Hatte man nun die Konzentration einer der angelegten Verdünnungen — z. B. x:200k — ermittelt, so ließ sich x selbst

berechnen. Betrug z. B. die Konzentration 1:10000, so verhielt sich

$$1:10000 = x:200\,k$$

also war $x = {}^{1}/_{50}\,k$

oder, wenn k beispielsweise 2500 betragen hatte,

$$x = 50.$$

Die an die Methode geknüpften Erwartungen rechtfertigten die angestellten Versuche auf das glänzendste. Noch nach 8 Monaten konnte das Blut in Leinewand in ganzer Menge nachgewiesen werden. Bei den an Sand, Gartenerde und Sägespänen angestellten Versuchen fand sich das Blut bis zum 10. Tage noch in ganzer Menge. Später, als sich bereits Fäulnis bemerkbar machte und durch die Anwesenheit von Fäulniskeimen mehr oder weniger die spezifischen Blutbestandteile zerstört waren, fielen die Versuche unbefriedigend aus.

Die biologische Methode suchte Schulz auch auf dem quantitativen Nachweis von eiweißhaltigen Nahrungsmitteln, speziell Pferdefleisch und Eiern, auszudehnen nach dem Vorgange von Nuttal, Inchley, Graham-Smith, Sanger und Ottolenghi. Die angestellten Versuche fielen, soweit frisches Fleisch zur Verwendung kam, günstig aus, während bei geräucherten Wurstwaren, bei denen durch Kochen eine Eiweißgerinnung eingetreten war, ungenügende Resultate erzielt wurden. Ebenso ließen die Versuche an Hühnereiweiß (Nudeln) im Stich. Diese Erscheinung sucht Schulz dadurch zu erklären, daß infolge des schnellen Abbaues des Eiweißmoleküls von genuinem Hühnereiweiß das betreffende Serum keine Wirkung mehr hat.

Ueber ein Verfahren des quantitativen Blutnachweises, zu dem eingehendere Untersuchungen noch fehlen, berichtete Leers in der Versammlung der deutschen Gesellschaft für gerichtliche Medizin zu Köln (vom 21. bis 23. 9. 08). Das darüber in der

ärztlichen Sachverständigen-Zeitung Nr. 21 vom 1. 11. 08 erstatte Referat lautet: „Zum quantitativen Blutnachweis aus älteren, faulen, erhitzten Objekten, die kein Oxyhämoglobin geben, empfiehlt Leers die kolorimetrische Prüfung mittelst Sahlis Hämometer, dessen Testlösung saures Hämatin ist. Die Extraktionsflüssigkeit wird ebenfalls in eine saure Hämatinlösung umgewandelt, so daß völlige farbliche Uebereinstimmung erreicht wird. Zur Extraktion des Blutfarbstoffes eignen sich kaltgesättigte Boraxlösung, 25 prozentige Soda- oder 6 prozentige Pottaschelösung.

Die Fehlergrenzen sind gering. Leers demonstriert die Technik und die Berechnung. (Die Vorträge erscheinen in den Verhandlungen der Tagung in der Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin).“

Ein weiteres Verfahren zur quantitativen Blutbestimmung ist endlich von Marx angegeben worden, das sich durch die Leichtigkeit und Einfachheit seiner Ausführung auszeichnet.

Marx ging bei seiner Methode von der Erwägung aus, daß infolge des hohen spezifischen Gewichtes von Blut — beim Menschen etwa 1055 — die Extraktionsflüssigkeit bluthaltigen Materials eine Erhöhung des spezifischen Gewichtes erfahren muß, vorausgesetzt, daß die zum Auslaugen benutzte Flüssigkeit ein niedrigeres spezifisches Gewicht hatte als Blut. Marx verwandte zum Auslaugen destilliertes Wasser und ließ das Material 24 Stunden lang unter zeitweiligem Umschütteln, Umrühren und Auspressen extrahieren.

Die Zunahme des spezifischen Gewichts der Auslaugeflüssigkeit (Blut und Wasser) mußte nun, abgesehen von der Höhe des spezifischen Gewichtes vom Blut, abhängig sein von dem Verhältnis der vorhandenen Blutmenge zu dem Wasserquantum, das zum Auslaugen bestimmt war.

Da für die Berechnung nur die Differenz des gesuchten spezifischen Gewichtes der Auslaugeflüssigkeit und auch des Blutes von dem des Wassers in Betracht kam, so würde sie bei destilliertem Wasser = 0 zu setzen sein, während sie beispielsweise bei Blut = 55 ist. Es ist klar, daß bei der Mischung von Blut und Wasser (bezw. Auslaugen fester Blutbestandteile mit Wasser) die Höhe des spezifischen Gewichtes der Extraktionsflüssigkeit (Blut und Wasser) einerseits eine Zunahme des spezifischen Gewichtes des Wassers, andererseits eine Abnahme des spezifischen Blut gewichtes bedeutet. Ebenso liegt es auf der Hand, daß die Menge des zum Auslaugen verwandten Wassers in umgekehrtem Verhältnis zur Erhöhung des spezifischen Gewichtes der Extraktionsflüssigkeit stehen muß. Wenn man also die Differenz des spezifischen Gewichtes des Blutes und Wassers = S, die der Extraktionsflüssigkeit und des Wassers = S^1, Blut = b und Wasser = w setzt, so kann man die Proportion aufstellen:

$$S : S^1 = w : b$$

$$\text{oder:} \qquad b = \frac{w S^1}{S}$$

und es ergibt sich die Anstellung des Versuches von selbst. Man hat das bluthaltige Material mit einer bestimmten Menge Wasser 24 Stunden lang zu extrahieren und dann das spezifische Gewicht der Extraktionsflüssigkeit zu bestimmen. Da das spezifische Gewicht des menschlichen Blutes durchschnittlich 1055 beträgt, setzt man S = 55 und ist dann in der Lage, mit Hilfe der oben angegebenen Gleichung die gesuchte Blutmenge zu bestimmen. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes geschah mit dem Aräometer.

Das Verfahren, das von Marx nicht näher ausgeprobt ist, habe ich zum Gegenstand einer Reihe von Versuchen an Kleidungsstücken — Leinewand, Wolle, Baumwolle, Trikot —

Mull, Sand, Gartenerde und Laub gemacht. Die näheren Resultate sind aus der Anlage ersichtlich. Einen besseren und schnelleren Ueberblick gewährt die angefügte Tabelle. Danach sind die Ergebnisse als über Erwarten günstig zu bezeichnen. Bei Leinewand betragen die Abweichungen auch nach $3^1/_2$ Monat nur 17%, bei Mull nach 4 Monaten 15,5% und erst nach $4^2/_3$ Monat bis zu 33,3%. Aehnlich sind die Resultate bei Wolle, Baumwolle und Trikot. Weniger günstig fielen die Ergebnisse bei den Versuchen an Gartenerde und Sand aus. Nach längerer Zeit — ca $4^1/_2$ Monat — versagten die Ergebnisse bei Gartenerde vollständig, bei Sand erwies sich schon nach kurzer Zeit — 9 Tagen — eine Probe als unzureichend.

So günstig die Ergebnisse der letzt geschilderten Methode sind, läßt sich doch nicht leugnen, daß ihr theoretisch eine ganze Reihe Mängel anhaften, die ein exaktes Arbeiten erschweren. Da das Verfahren sich aufbaut auf der Erhöhung des spezifischen Gewichtes der Auslaugeflüssigkeit, so muß Voraussetzung sein, daß zu dieser Erhöhung nur die spezifischen Blutbestandteile beitragen. Versuche, die nach der Richtung angestellt wurden, ob das Auslaugen unreiner Zeugstoffe, von Sand und Gartenerde eine Zunahme des spezifischen Gewichtes des benutzten Wassers bewirken könne, ergaben, daß Gartenerde keinen merklichen Einfluß auf das spezifische Gewicht hatte, während Sand und gestärkte Leinwand eine Erhöhung bis etwa 1 (spezifisches Gewicht = 1001) bewirkten. Die hieraus resultierende Ungenauigkeit des Ergebnisses konnte bei kleinen Blutmengen sehr störend wirken, bei größeren Quanten dagegen, um die es sich in praxi wohl immer handeln würde, hätte sie keine wesentliche Bedeutung.

Eine weitere Fehlerquelle liegt darin, daß im Laufe der 24 Stunden während des Extrahierens ein Teil der Extraktionsflüßigkeit verdunsten wird. Man wird dem durch gutes Ab-

decken der Gefäße Rechnung tragen und einen kühlen Raum zum Aufstellen der Gefäße wählen.

Um ein brauchbares Resultat zu erzielen, muß man weiterhin voraussetzen, daß alle Blutbestandteile zur Auflösung kommen. Dies wird bei alten Proben durch die Bildung des in Wasser unlöslichen Hämatins nicht in vollkommenem Maße der Fall sein. Diesem Uebelstande könnte man abhelfen durch Verwendung von 1 prozentiger Kalilauge als Extraktionsmittel unter Berücksichtigung ihres spezifischen Gewichtes. Störend muß auch die Inkonstanz des spezifischen Blutgewichtes wirken.

Ein weiterer Uebelstand, der sich bei allen Methoden bemerkbar machen muß, ist der, daß durch die Bildung organischer Säuren bei faulendem Blute die Blutbestandteile zerstört werden und brauchbare Resultate unmöglich machen. Die Bestimmung des spezifischen Gewichtes mit dem Aräometer kann auch nicht als exakt bezeichnet werden, da man nicht in der Lage ist, durch das Ablesen der Skala so genaue Bestimmungen zu machen, wie etwa mit dem Pyknometer.

Die Summe dieser mehr oder weniger ins Gewicht fallenden Mängel bringt es mit sich, daß man Resultate erhalten kann, wie sie bei den an Leinewand angestellten Versuchen sich ergeben haben, daß z. B. bei einer 64 Tage alten Probe 106 %, bei einer 121 Tage alten Probe 108 % der ursprünglichen Blutmenge gefunden wurden, während sich bei der Probe, die 108 Tage alt war, nur 83 % fanden. Immerhin sind diese Schwankungen nicht übermäßig exzessiv — bei jüngeren Proben (Mull) betragen sie bis zu 24,7 %.

In Rücksicht auf die angeführten Fehlerquellen ist das immerhin günstige Ergebnis des Verfahrens zu betonen, ganz besonders bei der Einfachheit der Ausführung.

Wendet man sich nun der Frage zu, welche von den angeführten Methoden zur quantitativen Blutbestimmung gegebenen-

falls in Anwendung kommen soll, so wird man zu folgendem Ergebnis kommen: Nach dem Vorgange von Schulz kann es keinem Zweifel unterliegen, daß die biologische Methode wegen ihrer Exaktheit und Leistungsfähigkeit den Vorzug vor allen anderen verdient. Aber nach dem Hinweis von Schulz sind ihr auch gewisse Grenzen gezogen. Es gehört zu ihrer Ausführung Technik und Erfahrung, die sich erst nach längerer Zeit erwerben lassen.

Kann die biologische Methode aus irgend welchen Gründen nicht zur Anwendung kommen, so wird man nur zwischen der kolorimetrischen und der von Marx angegebenen Methode zu wählen haben. In den Fällen wird man mühelos beide Verfahren nebeneinander anwenden können; bei älteren Proben scheidet die kolorimetrische Methode von selbst aus, solange das von Leers angedeutete Verfahren nicht nachgeprüft ist.

Anlage 1.

Tabellarische Uebersicht über die angestellten Versuche.

Material	Blutmenge in ccm	Spezifisches Gewicht	Alter des Materials	Wassermenge in ccm	Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit	Resultat	in Prozent	Bemerkungen
Leinewand	20,0	1060	4 Tge.	150,0	1007,5	18,7	93,5	
	20,0	1060	4 „	150,0	1008	20,0	100,0	
	10,0	1055	19 „	60,0	1007,5	8,2	82,0	
	10,0	1055	24 „	80,0	1007,0	10,2	102,0	
	15,0	1055	43 „	70,0	1011,5	14,5	96,7	
	15,0	1060	57 „	130,0	1007	15,2	101,3	
	10,0	1060	64 „	160,0	1004	10,7	107,0	
	10,0	1060	108 „	100,0	1005	8,3	83,0	
	15,0	1052	121 „	85,0	1010	16,2	108,0	
Mull	15,0	1060	4 Tge.	50,0	1017,2	14,3	95,3	
	10,0	1055	8 „	60,0	1011	12,0	120,0	
	10,0	1055	21 „	60,0	1010,5	11,5	115,0	
	20,0	1052	121 „	80,0	1011	16,9	84,5	
	15,0	1052	141 „	100,0	1006	11,5	76,7	
	15,0	1052	141 „	80,0	1006,5	10,0	66,7	
Baumwolle	15,0	1064	24 Tge.	60,0	1014	13,1	87,4	
	15,0	1064	24 „	60,0	1013,5	12,7	84,7	
	15,0	1064	26 „	70,0	1011,5	12.6	84,0	
Wolle	15,0	1060	108 Tge.	120	1008	16,0	106,7	
	15,0	1060	132 „	170	1004	11,3	75,4	
Trikot	40.0	1063	40 Tge.	200	1012	38,1	95,3	
Laub	10,0	1060	57 Tge.	120	1003	6,0	60,0	
Gartenerde	15,0	1060	8 Tge.	120	1006	12,0	80,0	
	23,0	1055	13 „	50	1022	20,0	86,96	
	25,0	1052	114 „	100	1000,5	0,96	3,84	
	15,0	1060	137 „	100	1001	1,66	11,1	
	15,0	1060	137 „	120	1001	2,0	13,3	
Sand	15,0	1055	8 Tge.	40,0	1019,5	14,2	94,7	
	20,0	1060	9 „	50,0	1006	5,0	25,0	
	25,0	1052	114 „	100,0	1008	15,4	61,6	
	20,0	1052	141 „	80,0	1007,5	11,5	57,5	

Anlage 2.

Versuche an Leinewand.

1. Ein Stück Leinewand wird mit 20,0 ccm Schweineblut von dem spezifischen Gewicht getränkt.

   Nach 4 Tagen Ausziehen mit 150 ccm destilliertem Wasser.

   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1007,5.

   $$B = \frac{10 \times 5}{60} \text{ oder } = \frac{150 \times 7{,}5}{60} = 18{,}7 \text{ ccm } = 93{,}5\,\%.$$

2. Gleicher Versuch.

   Nach 4 Tagen Ausziehen mit 150,0 ccm destilliertem Wasser.

   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1008.

   $$B = \frac{150 \times 8}{60} = 20 \text{ ccm } = 100\,\%.$$

3. 10,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1055.

   Nach 19 Tagen Ausziehen mit 60,0 ccm Wasser.

   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1007,5.

   $$B = \frac{60 \times 7{,}5}{55} = 8{,}2 \text{ ccm } = 82\,\%.$$

4. 10,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1055.

   Nach 24 Tagen Ausziehen mit 80,0 ccm Wasser.

   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1007.

   $$B = \frac{7 \times 80}{55} = 10{,}2 \text{ ccm } = 102\,\%.$$

5. 15,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1055.
Nach 43 Tagen Ausziehen mit 70,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1011,5.

$$B = \frac{11{,}5 \times 70{,}0}{55} = 14{,}5 \text{ ccm} = 96{,}7\ \%.$$

6. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
Nach 57 Tagen Ausziehen mit 130 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1007.

$$B = \frac{7 \times 130}{60} = 15{,}2 \text{ ccm} = 101{,}3\ \%.$$

7. 10,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
Nach 64 Tagen Ausziehen mit 160 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1004.

$$B = \frac{4 \times 160}{60} = 10{,}7 \text{ ccm} = 107\ \%.$$

8. 10,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
Nach 108 Tagen Ausziehen mit 100,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1005.

$$B = \frac{5 \times 100}{60} = 8{,}3 \text{ ccm} = 83\ \%.$$

9. 15,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1052.
Nach 121 Tagen Ausziehen mit 85,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1010.

$$B = \frac{10 \times 85}{52} = 16{,}2 \text{ ccm} = 108\ \%.$$

Versuche an Mull.

1 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
Nach 4 Tagen Ausziehen mit 50,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1017,2.

$$B = \frac{50 \times 17{,}2}{60} = 14{,}3 \text{ ccm} = 95{,}3\ \%.$$

2. 10,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1055.
Nach 8 Tagen Ausziehen mit 60,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1011.

$$B = \frac{60 \times 11}{55} = 12 \text{ ccm} = 120\,\%.$$

3. 10,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1055.
Nach 21 Tagen Ausziehen mit 60,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1010,5.

$$B = \frac{60 \times 10{,}5}{55} = 11{,}5 \text{ ccm} = 115\,\%.$$

4. 20,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1052.
Nach 121 Tagen Ausziehen mit 80,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1011.

$$B = \frac{80 \times 11}{52} = 16{,}9 \text{ ccm} = 84{,}5\,\%.$$

5. 15,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1052.
Nach 141 Tagen Ausziehen mit 100,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1006.

$$B = \frac{100 \times 6}{52} = 11{,}5 \text{ ccm} = 76{,}7\,\%.$$

6. 15,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1052.
Nach 141 Tagen Ausziehen mit 80,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1006,5.

$$B = \frac{80 \times 6{,}5}{52} = 10{,}0 \text{ ccm} = 66{,}7\,\%.$$

Versuche an Baumwolle.

1. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1064.
Nach 24 Tagen Ausziehen mit 60,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1014.

$$B = \frac{60 \times 14}{64} = 13{,}1 \text{ ccm} = 87{,}4\,\%.$$

2. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1064.
Nach 24 Tagen Ausziehen mit 60,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1013,5.

$$B = \frac{60 \times 13{,}5}{64} = 12{,}7 \text{ ccm} = 84{,}7\ \%.$$

3. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1064.
Nach 26 Tagen Ausziehen mit 70,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1011,5.

$$B = \frac{70 \times 11{,}5}{64} = 12{,}6 \text{ ccm} = 84\ \%.$$

Versuche an Wolle.

1. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
Nach 108 Tagen Ausziehen mit 120,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1008.

$$B = \frac{120 \times 8}{60} = 16 \text{ ccm} = 106{,}7\ \%.$$

2. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
Nach 132 Tagen Ausziehen mit 170,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1004.

$$B = \frac{170 \times 4}{60} = 11{,}3 \text{ ccm} = 75{,}4\ \%.$$

Versuch an Trikot.

1. 40,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1063.
Nach 40 Tagen Ausziehen mit 200,0 ccm Wasser.
Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1012.

$$B = \frac{200 \times 12}{63} = 38{,}1 \text{ ccm} = 95{,}3\ \%.$$

Versuch an Laub.

1. 10,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
   Nach 57 Tagen Ausziehen mit 120 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1003.

$$B = \frac{120 \times 3}{60} = 6{,}0 \text{ ccm} = 60\,\%.$$

Versuche an Gartenerde.

1. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
   Nach 8 Tagen Ausziehen mit 120,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1006.

$$B = \frac{120 \times 6}{60} = 12 \text{ ccm} = 80\,\%.$$

2. 23,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1055.
   Nach 13 Tagen Ausziehen mit 50,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1022.

$$B = \frac{50 \times 22}{55} = 20{,}0 \text{ ccm} = 86{,}96\,\%.$$

3. 25 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1052.
   Nach 114 Tagen Ausziehen mit 100,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1000,5.

$$B = \frac{0{,}5 \times 100}{52} = 0{,}96 \text{ ccm} = 3{,}84\,\%.$$

4. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
   Nach 137 Tagen Ausziehen mit 100,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1001.

$$B = \frac{100}{60} = 1{,}66 \text{ ccm} = 11{,}1\,\%.$$

5. 15,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
   Nach 137 Tagen Ausziehen mit 120 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1001.

$$B = \frac{120}{60} = 2{,}0 \text{ ccm} = 13{,}3\,\%.$$

Versuche an Sand.

1. 15,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1055.
   Nach 8 Tagen Ausziehen mit 40,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1019,5.

$$B = \frac{40 \times 19{,}5}{55} = 14{,}2 \text{ ccm} = 94{,}7\ \%.$$

2. 20,0 ccm Schweineblut vom spezifischen Gewicht 1060.
   Nach 9 Tagen Ausziehen mit 50,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1006.

$$B = \frac{50 \times 6}{60} = 5 \text{ ccm} = 25\ \%.$$

3. 25,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1052.
   Nach 114 Tagen Ausziehen mit 100,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1008.

$$B = \frac{100 \times 8}{52} = 15{,}4 \text{ ccm} = 61{,}6\ \%.$$

4. 20,0 ccm Plazentarblut vom spezifischen Gewicht 1052.
   Nach 141 Tagen Ausziehen mit 80,0 ccm Wasser.
   Spezifisches Gewicht der Extraktionsflüssigkeit 1007,5.

$$B = \frac{80 \times 7{,}5}{52} = 11{,}5 \text{ ccm} = 57{,}5\ \%.$$

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Straßmann für die Anregung zu dieser Arbeit und die gütige Ueberlassung des Materials meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Ganz besonderen Dank schulde ich auch Herrn Dr. Marx für sein stets hilfbereites und liebenswürdiges Entgegenkommen.

Literatur.

1. Aerztliche Sachverständigen-Zeitung Nr. 21, 1908: Versammlung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche Medizin zu Köln vom 21. bis 23. April 1908.
2. Marx, Einführung in die gerichtliche Medizin für praktische Kriminalisten, Berlin 1907.
3. Marx, Offizieller Bericht über die 21. Hauptversammlung des preußischen Medizin.-Beamtenvereins zu Berlin am 18. u. 19. April 1904, Zeitschrift für Medizinal-Beamte 1904, S. 74.
4. Schulz, Ueber quantitativen Blutnachweis. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin 1905. 3. Folge. 29. Band, S. 1.
5. Schulz, Zum Kapitel des biologischen Blutnachweises. Zeitschrift f. Medizinal-Beamte 1902, S. 637.
6. Schulz, I. Hauptversammlung des Deutschen Medizinal-Beamtenvereins, München, 15. u. 16. September 1902. Deutsche medizinische Wochenschrift 1902, S. 305.
7. Schulz, Der quantitative Nachweis von Eiweißsubstanzen mit Hilfe der Präzipitinreaktion und seine Anwendung bei der Nahrungsmittelkontrolle. Deutsche medizinische Wochenschrift 1906, S. 1032 ff.
8. Strack, Das Blut im Glauben und Aberglauben der Menschheit. Schriften des Institutum Judaicum in Berlin Nr. 14.
9. Straßmann und Ziemke, Quantitative Blutuntersuchung. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin 1901. 3. Folge, Band 21, S. 211 ff.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Friedrich Wilhelm Schwahn, Sohn des Superintendenten Hermann Schwahn, wurde am 3. August 1881 zu Groß-Neudorf im Kreise Bromberg geboren und ist evangelischer Konfession. Seine wissenschaftliche Vorbildung erhielt er auf dem Berlinischen Gymnasium zum Grauen Kloster, das er im Herbst 1900 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Im Oktober 1900 wurde er in die Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen in Berlin aufgenommen. Der Dienstpflicht mit der Waffe genügte er vom 1. April bis 30. September 1901 bei der 5. Kompagnie des Kaiser Alexander Garde-Grenadier-Regiments Nr. 1. Am 23. Juli 1902 bestand er die ärztliche Vorprüfung. Am 15. Februar 1905 wurde er zum Unterarzt beim 2. Nassauischen Infanterie-Regiment Nr. 88 ernannt. Am 21. Dezember 1906 bestand er die ärztliche Staatsprüfung. Am 22. 12. 06 wurde er in das Infanterie-Regiment Hessen-Homburg Nr. 166 versetzt. Am 16. Februar 1907 wurde er durch Allerhöchste Kabinettsordre zum Assistenzarzt ernannt und am 21. Juli 1908 zum Oberarzt befördert.

Während seiner Studienzeit besuchte Verfasser die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Dozenten:

von Bergmann (†), Brieger, Bumm, Engelmann, Engler, E. Fischer, Fränkel, Frey, Goldscheider, Gusserow (†), Hertwig, Heubner, Hildebrand, Hiller, Israel, Köhler, König, Kraus, Lesser, Lexer, von Leyden, Liebreich (†), von Michel, Olshausen, Orth, Passow, Rubner, Salkowski, F. E. Schulze, Schwendener, Sonnenburg, Straßmann, Stumpf, Thierfelder, H. Virchow, Waldeyer, Warburg, Ziehen.

Allen diesen Herren, seinen hochverehrten Lehrern, spricht der Verfasser seinen ehrerbietigen Dank aus.